

枸杞鲜果感官品质与理化特性相关性研究

黄婷¹, 闫亚美¹, 刘俭¹, 张波¹, 何昕孺¹, 何旭², 秦垦^{1*}

(1.宁夏农林科学院 枸杞科学研究所, 宁夏 银川 750002; 2.北方民族大学 生物科学与工程学院, 宁夏 银川 750021)

摘要:以10个品种(系)宁夏枸杞鲜果为材料,测定枸杞鲜果的百粒重、最大单果重、硬度、色差、可溶性固形物、可滴定酸、总糖、黄酮等19项理化指标,采用模糊感官评价法,调查50名男性、50名女性对枸杞鲜果色泽、外观、苦味、口感4个指标评分,分析枸杞鲜果理化指标与感官评价相关性。结果表明,10个品种(系)枸杞鲜果总糖含量最高的“14-401”与其它品系差异显著;可滴定酸含量最高的“14-401”与其它品系差异显著;果实硬度较大的“Z44”和“14-4-4-13”与其它品系差异显著。10个品种(系)枸杞鲜果色泽平均得分在3.30~7.43之间,外观平均得分在3.15~7.18之间,苦味平均得分在4.20~7.85之间,口感平均得分在4.06~8.78之间;“14-4-4-13”色泽、外观、口感评分均最高,苦味评分最低。最大单果重和男性色泽评价、男性外观评价、综合外观评价均显著正相关,与女性苦味评价显著负相关;硬度与男性口感评价显著负相关;糖酸比与女性苦味评价显著正相关;色泽评价与外观、口感评价极显著正相关;苦味评价与外观、色泽评价显著负相关,与口感评价极显著负相关;外观评价与口感评价极显著正相关。

关键词:枸杞鲜果;理化指标;感官评价;相关性分析;果实品质

Physical and Chemical Qualities and Sensory Evaluation of Fresh Fruits of *Lycium barbarum* L.

HUANG Ting¹, YAN Ya-mei¹, LIU Jian¹, ZHANG Bo¹, HE Xin-ru¹, HE Xu², QIN Ken^{1*}

(1. Institute of Chinese Wolfberry Science, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, Ningxia, China; 2. College of Biological Science and Engineering, North Minzu University, Yinchuan 750021, Ningxia, China)

Abstract: In this study, 10 varieties (strains) of fresh fruits of *Lycium barbarum* L. were used as materials, and 19 physical and chemical qualities of the fruit, such as 100 grain weight, maximum single fruit weight, hardness, chromatic aberration soluble solids, titratable acid and total sugar and flavonoids were determined. Using the sensory evaluation method, 50 men and 50 women were instructed to evaluate the color, appearance, bitterness and taste of the fresh fruits of *L. barbarum* L. Finally, the correlation between the physical and chemical indexes and the sensory evaluation of fresh fruits of *L. barbarum* L. was analyzed. The results showed that ‘14-401’ had the highest total sugar content, ‘14-401’ had the highest titratable acid content and ‘Z44’ and ‘14-4-4-13’ were significantly different from other strains as the hardest strains. The average score of fresh fruit color, appearance, bitterness, and taste of 10 varieties (strains) was 3.30~7.43, 3.15~7.18, 4.20~7.85 and 4.06~8.78 respectively. The color, appearance and taste scores of ‘14-4-4-13’ were the highest, and its bitter taste score was the lowest. The largest single fruit weight was positively correlated with male color evaluation, male appearance evaluation, and comprehensive appearance evaluation, and negatively correlated with female bitterness evaluation. Hardness was negatively correlated with male taste evaluation. Sugar acid ratio was positively correlated with female bitterness evaluation. Color evaluation was positively correlated with appearance and taste evaluation. Bitterness evaluation was negatively correlated with appearance and color evaluation, and negatively correlated with mouth. There was a significant positive correlation between sensory

基金项目:宁夏自然科学基金项目(2021AAC03262、2019AAC03287);宁夏回族自治区农业育种专项(2018NYYZ01)

作者简介:黄婷(1984—),女(汉),助理研究员,硕士研究生,研究方向:枸杞育种。

*通信作者:秦垦(1971—),男(汉),研究员,研究方向:枸杞育种。

evaluation and appearance evaluation.

Key words: fresh fruit of wolfberry; physical and chemical indicators; sensory evaluation; correlation analysis; fruit quality

引文格式:

黄婷, 闫亚美, 刘俭, 等. 枸杞鲜果感官品质与理化特性相关性研究[J]. 食品研究与开发, 2021, 42(19): 19-27.

HUANG Ting, YAN Yamei, LIU Jian et al. Physical and Chemical Qualities and Sensory Evaluation of Fresh Fruits of *Lycium barbarum* L. [J]. Food Research and Development, 2021, 42(19): 19-27.

枸杞(*Lycium barbarum* L.)是茄科(Solanaceae)枸杞属(*Lycium*)植物, 明亮的橙红色椭圆浆果^[1]。宁夏枸杞是《本草纲目》中记载的传统药食两用植物资源, 含有黄酮、类胡萝卜素、枸杞多糖等多种活性物质^[2-3], 具有清肝明目、养肝护肾、滋阴补血、预防心脑血管疾病等药用功效^[4-6]。枸杞在市场上多为干果, 鲜果少见, 但其制干环节可能会造成大量的营养成分流失或二次污染。随着枸杞新品种的培育以及贮藏方法的改进, 枸杞鲜果已经能包装成盒, 因其本身具有滋补、保健功效, 且枸杞鲜果的滋味独特, 逐渐进入国内外水果市场, 被认为是新型的“超级水果”^[7-8]。但目前枸杞鲜果市场仍处于不成熟阶段, 份额较小, 缺乏全面的品质及感官评价, 导致产品质量信息不完善, 在一定程度上制约了枸杞鲜果的消费。

不同品种(系)枸杞鲜果理化品质和感官品质差异较大^[9]。成熟的枸杞果实中含有枸杞多糖、氨基酸、微量元素、维生素、牛磺酸、生物碱、挥发油等多种化学成分^[4], 鲜果在食用中有一丝枸杞特有的中药味, 这些都可能成为枸杞感官特性差异的来源。除了内含物差异影响枸杞口感, 枸杞的外观品质也是决定其商品性和经济价值的重要因素之一, 同时也是某一品种是否适用于鲜食的重要指标。研究表明, 枸杞作为一种小浆果, 其鲜食的品种应同时具备果粒大、颜色鲜亮、果皮厚度适中、口感好、脆硬度适中、籽少肉厚、多汁甘甜等品质^[10], 更容易让广大消费群体接受和喜欢。感官评价能直接反映出消费者对枸杞鲜果的偏好程度。

综合考虑枸杞鲜果外观品质和食味品质, 本文选取外观、色泽(最直观影响鲜果外观的因素)、口感、苦味(枸杞特有的药味)4个感官指标, 利用模糊感官评价法对10个品种(系)的枸杞鲜果进行感官评价, 获得100从调查问卷, 其中包括50位男性的问卷和50位女性的问卷, 并与最大单果重、果实硬度、总糖、可滴定酸、黄酮、维生素C、甜菜碱等19个理化指标进行相关性分析, 评价10个品种(系)枸杞鲜果感官特性, 探索感官指标与理化指标的相关性, 为枸杞鲜果市场评价提

供重要标准, 为鲜食型枸杞品系培育提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

枸杞鲜果(5年生)选自宁夏农林科学院芦花台基地, 10个枸杞品种(系): “Z168”、“14-16”、“14-2-3-20”、“宁杞5号”、“宁杞1号”、“16-23-7-8”、“14-401”、“Z44”、“104”、“14-4-4-13”。采摘时间为2019年7月10日, 摘取每个品系成熟、无病虫害的枸杞, 保鲜盒存放, 采后2 h~6 h内完成感官评价。在鲜果采后立即-20℃冷冻, 理化指标48 h之内完成测定。

芦丁标品: 成都曼思特生物科技有限公司; 酒石酸钾钠、氢氧化钠、乙酸锌、冰乙酸: 天津市凯通化学试剂有限公司; 亚铁氰化钾、盐酸: 成都市科隆化学品有限公司; 甲基红、亚甲基蓝、葡萄糖、酚酞、邻苯二甲酸氢钾、草酸: 天津市光复科技有限公司; 碳酸氢钠: 烟台市双双化工有限公司; 维生素C、硫酸铜、乙醚、丙酮、甜菜碱、浓盐酸、雷氏盐、三氯化铝、乙酸钾、甲醇: 天津市大茂化学试剂厂。以上试剂均为分析纯。

1.2 仪器与设备

CM-5分光测色仪: 日本柯尼卡美能达控股株式会社; BS224S分析天平: 德国赛多利斯公司; ScanMaker i600扫描仪: 上海中晶科技有限公司; 美国FTC-质构仪TMS-PRO: 美国Food Technology Corporation公司; ATAGO爱宕手持测糖仪: 上海图新电子科技有限公司; TU1810紫外可见分光光度计: 北京普析通用仪器有限责任公司; DK-8D电热恒温水槽: 上海森信实验仪器有限公司。

1.3 方法

1.3.1 感官评价

10个品种(系)枸杞鲜果为同天同批采摘, 采摘后分别放于17 cm×11.8 cm×7 cm的保鲜盒中, 写好编号, 选定超市、广场2处人流量较多的区域, 随机选择50名男性和50名女性参加10个品种(系)枸杞鲜果感官调查。

感官评价分为色泽、外观、苦味和口感4个指标,要求被调查者按照这4个指标对不同品种(系)进行1~10打分,分数可重复。

1.3.2 理化指标

总糖:按照国标 GB/T 18672—2014《枸杞》中附录 B 进行测定。

可滴定酸:按照国标 GB/T 12456—2008《食品中总酸的测定》中规定的方法测定。

可溶性固形物:挑选大小均匀的枸杞鲜果10粒,用蒸馏水清洗表面,放于研钵中研至浆状,将枸杞浆滴在调零后的手持测糖仪棱镜表面,读取3次并记录数据,求10粒枸杞鲜果测定的均值,即为可溶性固形物含量。

维生素C:参照李润丰等^[10]的方法,使用2,6-二氯酚酚滴定法测定。

甜菜碱:按照 NY/T 1746—2009《甜菜中甜菜碱的测定》中的方法测定。

黄酮:按照 NY/T 1295—2007《荞麦及其制品中总黄酮含量的测定》中方法的测定。

硬度、胶黏性、内聚性、咀嚼性、弹性:参考 BIANCHI 等^[12]、SHIU 等^[13]的方法,每品种(系)中挑选大小均匀的枸杞鲜果5粒,质构仪安装10 N 力量感应源与针型探头,打开穿刺程序,设置参数最大力量为8 N(力量感应源的80%),量程为10 N,触发力为0.05 N,测速为30 mm/min,穿刺距离为7 mm,回程速度

为60 mm/min,回程距离为15 mm,依次测得5粒鲜果的硬度、胶黏性、内聚性、咀嚼性、弹性求均值。

色差:每品种(系)挑选5粒颜色均匀成熟的枸杞鲜果,CM-5分光测色仪测量并读取枸杞鲜果色差L值、a值、b值、c值和h值,求平均值。其中L值表示明度(0~100);a值表示从红色到绿色之间的色彩指数;b值表示从黄色到蓝色之间的色彩指数^[14];c值表示色彩饱和度,c值越大,颜色越鲜艳;h值表示色角度,0°为纯红色、45°为橘红色、90°为橙色。

果型指数:每品种(系)中挑选大小均匀的枸杞鲜果10颗,扫描仪检测果型指数,计算平均值。

最大单果重:四分法获得50粒左右枸杞,称重找出其中最大果实重量,重复3次取平均值。

1.4 统计分析

问卷调查结果录入 Excel 表格中,10个品种(系)的打分结果用(平均值±标准差)表示,并使用 IBM SPSS Statistics 20 统计软件进行 ANOVA 单因素方差分析, $P<0.05$ 时,表示差异显著。采用 IBM SPSS Statistics 20 进行相关性分析,计算 Pearson 相关系数, F 检验计算线性相关关系的显著性。

2 结果与分析

2.1 感官评价结果

10个品种(系)枸杞鲜果感官评价结果如表1所示。

表1 总体感官评价指标排序
Table 1 Ranking of overall sensory evaluation indicators

排序	色泽		外观		苦味		口感	
	品种(系)	得分	品种(系)	得分	品种(系)	得分	品种(系)	得分
1	14-4-4-13	7.43±2.51 ^a	14-4-4-13	7.18±2.78 ^a	宁杞1号	7.85±2.37 ^a	14-4-4-13	8.78±1.55 ^a
2	14-16	6.94±2.71 ^{ab}	Z168	6.94±2.72 ^a	16-23-7-8	7.27±2.31 ^{ab}	14-16	7.69±2.00 ^b
3	Z168	6.67±2.70 ^b	14-16	6.86±2.45 ^a	宁杞5号	7.25±2.33 ^{ab}	Z168	7.52±2.17 ^b
4	104	5.71±2.82 ^c	104	6.57±2.52 ^a	104	7.25±2.30 ^{ab}	Z44	6.66±2.39 ^c
5	16-23-7-8	5.61±2.24 ^{cd}	Z44	5.79±2.56 ^b	Z44	6.97±2.03 ^{bc}	104	6.48±2.73 ^{cd}
6	14-401	5.29±2.12 ^{cd}	16-23-7-8	5.40±1.98 ^{bc}	14-401	6.93±2.3 ^{bc}	14-401	6.45±2.60 ^{cd}
7	Z44	4.89±2.17 ^{de}	14-401	4.74±2.37 ^{de}	14-2-3-20	6.35±2.70 ^c	14-2-3-20	5.85±2.39 ^{cd}
8	宁杞5号	4.50±2.35 ^e	14-2-3-20	4.29±2.010 ^e	Z168	6.29±2.74 ^c	16-23-7-8	5.72±2.89 ^c
9	14-2-3-20	4.37±2.29 ^e	宁杞5号	4.23±2.42 ^e	14-16	6.20±2.88 ^c	宁杞5号	5.22±2.56 ^e
10	宁杞1号	3.30±2.92 ^f	宁杞1号	3.15±3.04 ^f	14-4-4-13	4.20±2.72 ^d	宁杞1号	4.06±2.80 ^f

注:不同小写字母表示差异显著, $P<0.05$ 。

如表1所示,10个品种(系)枸杞鲜果色泽平均得分在3.30~7.43之间,外观平均得分在3.15~7.18之间,苦味平均得分在4.20~7.85之间,口感平均得分在4.06~8.78之间。10个品种(系)中,除了“104”和“16-23-7-8”外观和口感得分较相近,其余8个品种(系)

口感得分均大于外观得分。色泽、外观、口感得分前三名基本一致都是“14-4-4-13”、“14-16”和“Z168”,并且和苦味最后三名(即苦味最轻)一致。

对50份男性调查问卷、50份女性调查问卷分别统计,结果如表2所示。

表2 10个品种(系)在感官评价指标排序
Table 2 Ranking of sensory evaluation indexes of 10 varieties (strains)

排序	色泽(男)	色泽(女)	外观(男)	外观(女)	苦味(男)	苦味(女)	口感(男)	口感(女)
1	14-4-4-13	14-4-4-13	14-4-4-13	14-4-4-13	宁杞1号	宁杞1号	14-4-4-13	14-4-4-13
2	Z168	14-16	Z168	104	104	16-23-7-8	14-16	14-16
3	14-16	Z168	14-16	14-16	Z44	宁杞5号	Z168	Z44
4	16-23-7-8	104	104	Z168	宁杞5号	14-401	14-401	Z168
5	104	16-23-7-8	Z44	Z44	16-23-7-8	104	14-2-3-20	104
6	14-401	14-401	16-23-7-8	16-23-7-8	14-401	Z44	104	14-401
7	Z44	Z44	宁杞5号	14-401	Z168	14-2-3-20	16-23-7-8	16-23-7-8
8	14-2-3-20	宁杞5号	14-2-3-20	14-2-3-20	14-16	14-16	Z44	14-2-3-20
9	宁杞5号	14-2-3-20	14-401	宁杞5号	14-2-3-20	Z168	宁杞5号	宁杞5号
10	宁杞1号	宁杞1号	宁杞1号	宁杞1号	14-4-4-13	14-4-4-13	宁杞1号	宁杞1号

由表2可知,在男性和女性的调查问卷中,10个品种(系)里色泽、外观、口感评分最高的都是“14-4-4-13”,评分最低的都是“宁杞1号”;苦味评分最高的是“宁杞1号”,即苦味最重,评分最低的是“14-4-4-13”,即苦味最轻。在10个品种(系)感官评价中的排序中,无论男性或女性,对“14-4-4-13”、“宁杞1号”所有感官指标排序一致,其余8个品种(系)的色泽和外观指标,男女排序大体一致,略有差异。苦味排序中,“16-23-7-8”、“104”男女差异较大;口感排序中,“Z44”、“14-2-3-20”男女排序差异较大。这说明男性和女性的味觉敏感度可能不同,特别是在枸杞特有苦味的敏感度上有所不同。

通过不同品种(系)枸杞感官评价雷达图,可以更直观的看出感官评价指标在不同品种(系)的枸杞鲜果中的得分情况以及变化趋势^[15],如图1所示。可知,枸杞鲜果品种(系)间评分差距较大的是苦味,次之是口感,色泽和外观品种(系)间评分差异相对较小。外观分数和色泽有部分重合,可能是由于色泽是外观评

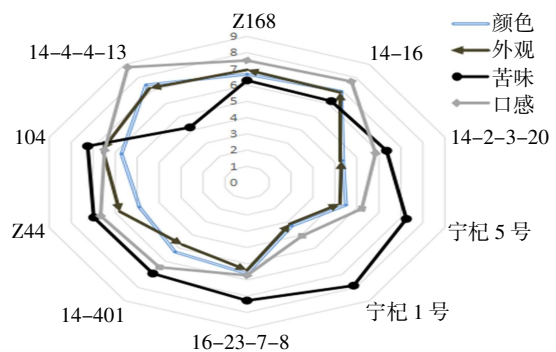
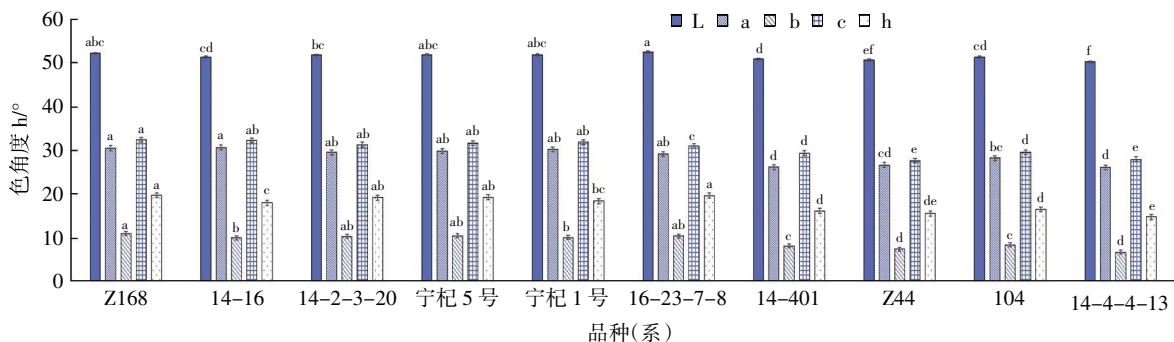


图1 不同品种(系)枸杞感官评价雷达图
Fig.1 Radar chart of sensory evaluation of different varieties (strains) of wolfberry

价重要标准之一,但外观评价还包括了果粒大小、果型等其它方面,因此被调查者在外观评分上受到色泽的影响,而不完全凭借色泽判定。“14-4-4-13”色泽、外观和口感都评分最高,且较为突出。“宁杞1号”苦味评分最高,即苦味最重,“14-4-4-13”苦味评分最低,即苦味最轻。

10个品种(系)枸杞鲜果色差值见图2。



不同小写字母表示不同品种间差异显著($P<0.05$)。

图2 10个品种(系)枸杞鲜果色差值
Fig.2 Color difference value of fresh fruit of 10 varieties (strains) of wolfberry

如图2所示,10个品种(系)明亮度L值在50.27~52.49,其中L值最大的品系“16-23-7-8”与L值最小

的品系“14-4-4-13”差异显著, $P<0.05$ 。a值在26.10~30.70,品种(系)间差异性不大。b值在6.73~11.02之

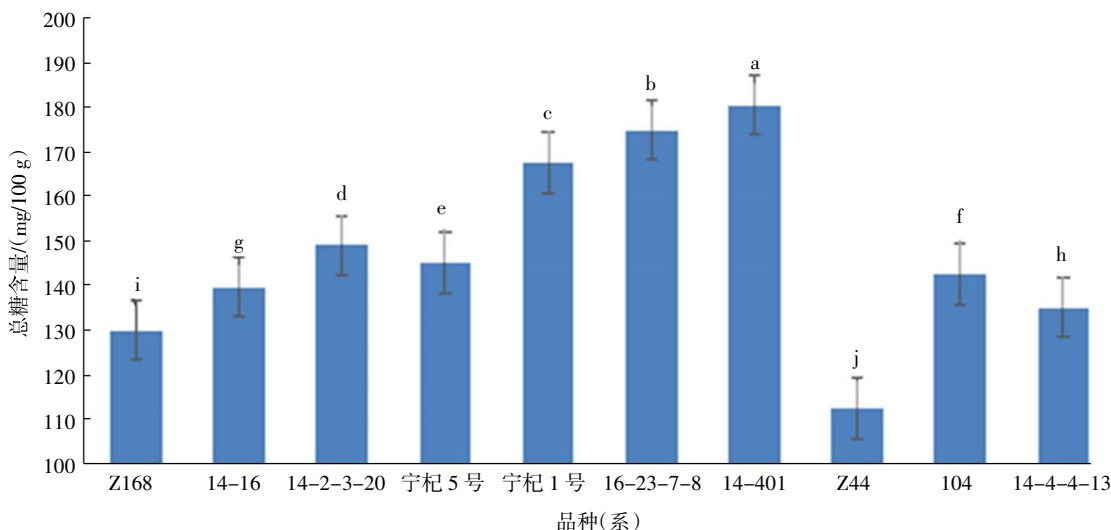
间,品种(系)间差异不大。而c值在27.67~32.48之间,品种(系)间差异较大。h值在14.82°~19.78°之间,品种(系)间差异较大。外观及色泽评分最高的品系“14-4-4-13”,其a值为26.10,是10个品种(系)中值最小的;b值为6.73,是10个品种(系)中值最小的,c值为27.97,10个品种(系)中排名第8;h值为14.820,是10个品种(系)中值最小的;L值是50.27,是10个品种

(系)中值最小的。相对其它品系来说,“14-4-4-13”颜色较暗,不偏黄不偏红,鲜艳度较低,即颜色厚重,比较符合传统人们对枸杞色泽的认知,这可能是“14-4-4-13”色泽评分最高的原因之一。

2.2 总糖含量

10个品种(系)枸杞鲜果总糖含量如图3所示。

如图3所示,10个品种(系)枸杞鲜果的总糖含量



不同小写字母表示不同品种间差异显著($P<0.05$)。

图3 10个品种(系)枸杞鲜果的总糖含量

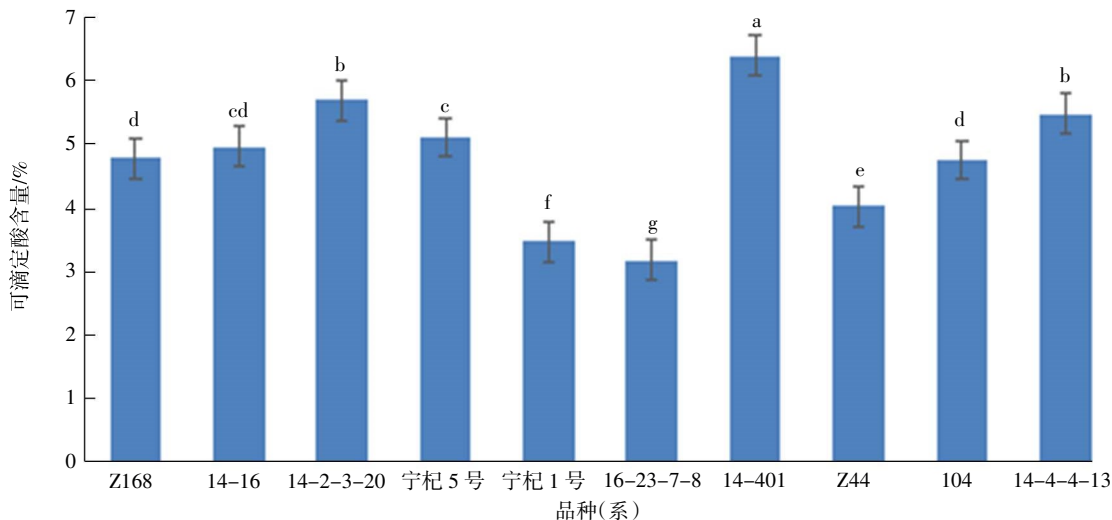
Fig.3 Total sugar content of fresh fruit of 10 varieties (strains) of wolfberry

差异显著,其中总糖含量最大的是“14-401”,口感排序第6;总糖含量其次的“16-23-7-8”和“宁杞1号”,口感排序分别是第8和第10;含量较低的品种(系)是“14-4-4-13”、“Z168”、“Z44”,三者之间差异性显著,

口感排序分别是第1、第3和第4。可以看出,总糖含量在枸杞鲜果口感评价中不能起到决定性作用。

2.3 可滴定酸含量

10个品系枸杞鲜果可滴定酸含量如图4所示。



不同小写字母表示不同品种间差异显著($P<0.05$)。

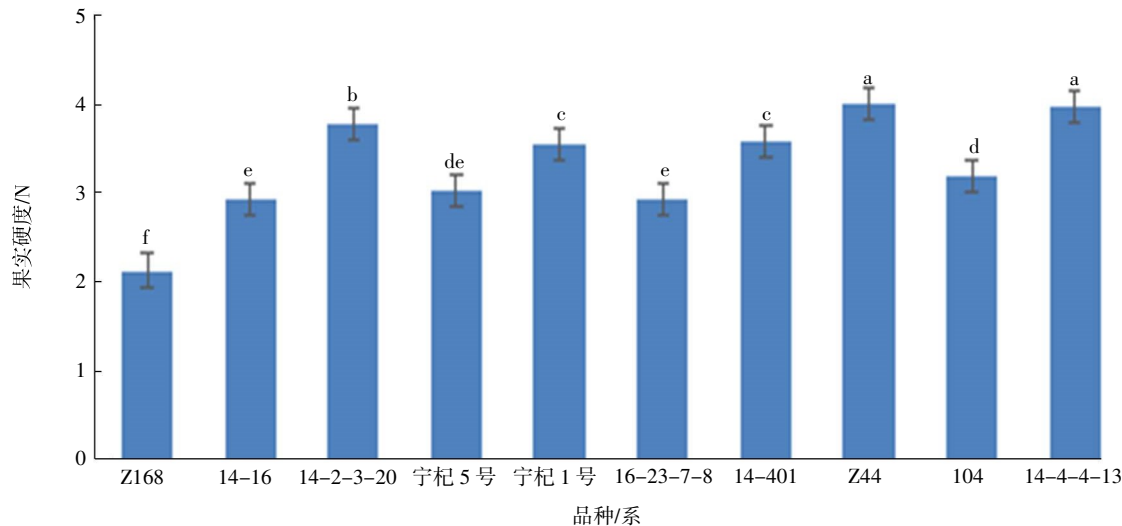
图4 10个品种(系)枸杞鲜果的可滴定酸含量

Fig.4 Titratable acid content of fresh fruit of 10 varieties (strains) of wolfberry

如图 4 所示,10 个品种(系)枸杞鲜果可滴定酸含量最大的是“14-401”,与其它品种(系)差异性显著,口感排名第 6;其次为“14-2-3-20”和“14-4-4-13”,与其它品种(系)差异性显著,口感排序分别是第 7 和第

1;含量较低的是“宁杞 1 号”和“Z44”,口感排序分别是第 10 和第 4。一般水果中的可滴定酸含量会影响口感,枸杞无显著的影响,需要进一步相关性分析。

10 个品种(系)枸杞鲜果果实硬度如图 5 所示。



不同小写字母表示不同品种间差异显著($P < 0.05$)。

图 5 10 个品种(系)枸杞鲜果的硬度

Fig.5 Hardness of fresh of fresh fruit of 10 varieties (strains) of wolfberry

果实硬度是指枸杞鲜果单位面积承受的压力^[16]。可能会影响品尝中的咀嚼体验,从而影响口感。由图 5 可知,10 个品种(系)中“Z44”和“14-4-4-13”的硬度较大,与其它品种(系)差异性显著,口感排序分别是第 4 和第 1;其次为“14-2-3-20”,与其它品种(系)差异性

显著,口感排序第 7;硬度最小的是“Z168”,与其它品种(系)差异性显著,口感排序第 3。

2.4 感官评价与理化特性的相关性

10 个品种(系)枸杞鲜果感官评价与理化指标相关性分析如表 3 所示。

表 3 10 个品种(系)枸杞鲜果感官评价与理化指标相关性分析

Table 3 Correlation analysis between sensory evaluation and physical and chemical indexes of fresh fruit of 10 varieties (strains) of wolfberry

项目	色泽 (女)	色泽 (男)	色泽	外观 (女)	外观(男)	外观	苦味 (女)	苦味 (男)	苦味	口感 (女)	口感 (男)	口感
最大单果重	0.497	0.664*	0.603	0.492	0.757*	0.639*	-0.635*	-0.455	-0.553	0.521	0.286	0.587
硬度	-0.281	-0.285	-0.292	-0.170	-0.354	-0.268	-0.131	-0.245	-0.199	0.002	-0.642*	-0.038
可溶性固形物	-0.211	-0.202	-0.213	-0.489	-0.445	-0.479	0.218	-0.184	-0.001	-0.548	-0.331	-0.356
总糖	-0.230	-0.421	-0.340	-0.489	-0.597	-0.556	0.579	0.208	0.388	-0.607	-0.130	-0.511
可滴定酸	0.198	0.317	0.268	0.058	0.205	0.134	-0.448	-0.466	-0.471	0.333	0.189	0.418
内聚性	-0.285	-0.440	-0.377	-0.087	-0.450	-0.274	0.297	0.196	0.249	-0.189	-0.365	-0.284
弹性	-0.315	-0.361	-0.349	-0.127	-0.347	-0.242	0.136	0.020	0.075	-0.206	-0.622	-0.266
胶黏性	-0.127	0.116	0.000	0.077	0.030	0.055	-0.335	-0.373	-0.366	0.233	-0.260	0.202
咀嚼性	-0.175	0.037	-0.067	0.053	-0.037	0.009	-0.260	-0.308	-0.294	0.164	-0.331	0.123
黄酮	-0.044	-0.233	-0.147	0.101	-0.118	-0.008	-0.090	-0.071	-0.082	-0.038	-0.522	-0.063
L 值	-0.356	-0.292	-0.333	-0.412	-0.290	-0.360	0.575	0.508	0.554	-0.620	0.313	-0.567
a 值	-0.198	-0.157	-0.183	-0.315	-0.066	-0.197	0.316	0.370	0.355	-0.429	0.398	-0.370
b 值	-0.327	-0.211	-0.276	-0.445	-0.213	-0.339	0.447	0.415	0.442	-0.547	0.447	-0.472
c 值	-0.177	-0.140	-0.163	-0.383	-0.123	-0.261	0.341	0.317	0.338	-0.466	0.445	-0.368
h 值	-0.355	-0.201	-0.284	-0.446	-0.227	-0.346	0.440	0.380	0.419	-0.562	0.384	-0.479
果型指数	0.487	0.260	0.381	0.442	0.308	0.385	-0.490	-0.423	-0.467	0.566	-0.280	0.527

续表3 10个品种(系)枸杞鲜果感官评价与理化指标相关性分析

Continue table 3 Correlation analysis between sensory evaluation and physical and chemical indexes of fresh fruit of 10 varieties (strains) of wolfberry

项目	色泽 (女)	色泽 (男)	色泽	外观 (女)	外观(男)	外观	苦味 (女)	苦味 (男)	苦味	口感 (女)	口感 (男)	口感
维生素 C	-0.044	-0.477	-0.278	-0.088	-0.331	-0.214	0.537	0.556	0.563	-0.272	0.039	-0.378
甜菜碱	-0.343	-0.471	-0.423	-0.475	-0.435	-0.467	0.175	0.047	0.108	-0.506	-0.595	-0.439
糖酸比	-0.274	-0.460	-0.382	-0.321	-0.501	-0.420	0.656 [*]	0.425	0.546	-0.609	-0.255	-0.605
色泽男	0.876 ^{**}	1	0.971 ^{**}	0.828 ^{**}	0.933 ^{**}	0.902 ^{**}	-0.833 ^{**}	-0.741 [*]	-0.806 ^{**}	0.867 ^{**}	0.327	0.943 ^{**}
色泽	0.966 ^{**}	0.971 ^{**}	1	0.887 ^{**}	0.940 ^{**}	0.936 ^{**}	-0.782 ^{**}	-0.691 [*]	-0.754 [*]	0.872 ^{**}	0.294	0.936 ^{**}
外观女	0.894 ^{**}	0.828 ^{**}	0.887 ^{**}	1	0.903 ^{**}	0.976 ^{**}	-0.670 [*]	-0.453	-0.568	0.915 ^{**}	0.284	0.869 ^{**}
外观男	0.886 ^{**}	0.933 ^{**}	0.940 ^{**}	0.903 ^{**}	1	0.975 ^{**}	-0.784 ^{**}	-0.558	-0.680 [*]	0.889 ^{**}	0.374	0.908 ^{**}
外观	0.912 ^{**}	0.902 ^{**}	0.936 ^{**}	0.976 ^{**}	0.975 ^{**}	1	-0.744 [*]	-0.518	-0.639 [*]	0.925 ^{**}	0.337	0.910 ^{**}
苦味女	-0.676 [*]	-0.833 ^{**}	-0.782 ^{**}	-0.670 [*]	-0.784 ^{**}	-0.744 [*]	1	0.887 ^{**}	0.966 ^{**}	-0.820 ^{**}	0.026	-0.909 ^{**}
苦味男	-0.592	-0.741 [*]	-0.691 [*]	-0.453	-0.558	-0.518	0.887 ^{**}	1	0.976 ^{**}	-0.599	0.242	-0.767 ^{**}
苦味	-0.648 [*]	-0.806 ^{**}	-0.754 [*]	-0.568	-0.680 [*]	-0.639 [*]	0.966 ^{**}	0.976 ^{**}	1	-0.720 [*]	0.148	-0.856 ^{**}

注:**表示在0.01水平(双侧)上显著相关;*表示在0.05水平(双侧)上显著相关。

由表3可知,最大单果重和男性色泽评价、男性外观评价、综合外观评价均显著正相关,说明消费者对于枸杞这类小浆果更加关注果实大小;特别是男性对果实色泽及外观评价都可能会受到果实大小的影响。同时,果实大小不仅关系到果实外观品质,还与果实内质结构和成分密切相关,果实内质会改变水果的颜色、质地、硬度、香气和风味^[17]。枸杞中类胡萝卜素含量和组成与果实色泽有一定的相关性^[18-21],宁夏枸杞果实中类胡萝卜素类物质尤其是玉米黄素双棕榈酸含量较为丰富^[20-21]。因此,最大单果重和男性色泽、外观评价呈显著正相关也可能是通过品种(系)间果实内质物的差异而引起的。

硬度与男性口感评价显著负相关,即硬度越大,口感越差。文献表明,在成熟过程中,果实的多汁性使感官分数增加,而硬度、皱度和纤维度通常会下降^[22]。

色泽受果实成熟过程中主要色素物质的合成或分解的影响,如花色素与类胡萝卜素的合成,叶绿素的降解等形成的^[23],是感官评价水果品质的重要指标之一。果实外观色泽可以用肉眼描述和仪器测量,前者以语言和评分来说明颜色的好坏,以及是否有光泽,后者是将色泽数字化,以数值形式表示,具有较高的客观性、公正性及直观性^[24];但在本相关性分析中,感官评价中的色泽评价与CM-5分光测色仪所测的色差值之间均无显著相关性。这可能是因为肉眼所观察到的颜色不仅仅是单一的某一色差来决定的,并且受微妙的环境变化影响较大,光线的微妙变化、观察角度的不同甚至眼睛变色能力的微弱差异都会影响试验结果。在SMET K等^[25]的研究中表明,对于未经过训

练的普通消费者来说,在相同的观察条件下,对颜色的感知、辨别能力的差异可能来自于年龄、个人喜好、生活环境等,因此,如果要进一步研究仪器色差与感官色泽评价的关系,需要更为严苛的试验条件,完全可控的相同试验环境和眼睛变色能力相当的被测试者,并且试验结果只能代表部分群体,而不能代表大众的喜好。

在HIDAKA等^[26]的研究中表示颜色会影响味觉的判断,例如暗红色增强了甜度的主观强度。相关性分析中并未显示出色差a与苦味以及口感有显著相关性,其原因同上所述,可能是仪器所测色差与肉眼判断的存在差异。但感官评价中色泽评分与苦味评分显著负相关,与口感评分极显著正相关,同样证明了颜色会影响味觉判断。

糖酸比与女性苦味评价显著正相关。枸杞作为食材,在食用过程中有其特殊的中药味,包括一丝苦味。据袁海静等^[27]对宁夏枸杞苦味性状研究中初步推测枸杞苦味主要物质为具有二氢槲皮素结构的黄酮类化合物。在通常情况下,具有二氢槲皮素结构的黄酮类化合物味道非常苦。同时,枸杞鲜果的口感受多种化学物质的影响,从感官上来说,枸杞鲜果的口感一般包括苦味、酸甜、多汁等,受多种化学物质的影响。研究结果表明,糖酸比与女性苦味评价显著正相关,可能因为女性对枸杞果实中可滴定酸的味觉比总糖更敏感,从而影响鲜果苦味的评价。相关性分析表明,女性苦味评价与最大单果重显著负相关,可能因为枸杞鲜果重量越大,其水分、糖类等其它内含物质所占的比例越大,影响了苦味物质的呈现;而男性及总体苦

味评价与最大单果重未表现出显著相关性,可能是个体差异导致苦味敏感度和口感偏好不同。

郑丽静等^[28]对苹果风味评价指标研究中指出,风味中的甜味和酸味的简单叠加,是糖和酸共同作用的结果,既取决于糖和酸含量水平,也取决于糖和酸的种类及比例。然而不同的糖、酸组分有不同的味感阈值,即决定了其对果实甜味或酸味影响程度的大小也不同;在前人研究结果中发现,含糖量高、含酸量低的果实,其风味最佳,而含酸量高或极高,无论含糖量高还是低,其风味均不理想^[29]。观察表3发现无论男性、女性,对于综合口感的评价与糖、酸、可溶性固形物以及糖酸比均无显著相关性,说明个体对糖酸味感的阈值不同,造成在随机的问卷调查中对于枸杞鲜果的口感评价有较大的差异性,也说明模糊感官评价法有主观性强,个体差异大等问题^[30]。

3 结论

在100份感官评价问卷调查中,10个品种(系)枸杞鲜果中“14-4-4-13”色泽、外观、口感评分值均最高,苦味值较低,即苦味最轻,综合评价最好,最受消费者欢迎。相关性分析结果表明,最大单果重和男性色泽评价、男性外观评价、综合外观评价均显著正相关,与女性苦味评价显著负相关;硬度与男性口感评价显著负相关;糖酸比与女性苦味评价显著正相关;色泽评价与外观、口感评价极显著正相关;苦味评价与外观、色泽评价均显著负相关,与口感评价极显著负相关;外观评价与口感评价极显著正相关。模糊感官评价中,枸杞鲜果的外观评价可能影响到口感评价。

参考文献:

- [1] 蒋兰, 杨毅, 江荣高. 枸杞的药理作用及其加工现状[J]. 食品工业科技, 2018, 39(14): 330-334.
JIANG Lan, YANG Yi, JIANG Ronggao. Pharmacological action of Chinese wolfberry and its comprehensive processing utilization[J]. Science and Technology of Food Industry, 2018, 39(14): 330-334.
- [2] ZHANG Q Y, CHEN W W, ZHAO J H, et al. Functional constituents and antioxidant activities of eight Chinese native goji genotypes[J]. Food Chemistry, 2016, 200: 230-236.
- [3] LAM S C, LUO Z, WU D T, et al. Comparison and characterization of compounds with antioxidant activity in *Lycium barbarum* using high-performance thin layer chromatography coupled with DPPH bioautography and tandem mass spectrometry[J]. Journal of Food Science, 2016, 81(6): 1378-1384.
- [4] 代金霞, 杜晓宇. 宁夏枸杞内生菌的抗菌和抗肿瘤活性研究[J]. 中国中药杂志, 2017, 42(11): 2072-2077.
DAI Jinxia, DU Xiaoning. Antimicrobial and anti-tumor activities of endophytes from *Lycium barbarum* of Ningxia[J]. China Journal of

- Chinese Materia Medica, 2017, 42(11): 2072-2077.
- [5] XUE S J, HU X H, ZHU L, et al. Protective functions of Lycium barbarum polysaccharides in H₂O₂-injured vascular endothelial cells through anti-oxidation and anti-apoptosis effects[J]. Biomedical Reports, 2019, 11(5): 207-214.
 - [6] ZHU W, ZHOU S X, LIU J H, et al. Prebiotic, immuno-stimulating and gut microbiota-modulating effects of *Lycium barbarum* polysaccharide[J]. Biomedicine & Pharmacotherapy, 2020, 121: 109591.
 - [7] 黄婷, 糟绍英, 秦垦, 等. 基于主成分分析的枸杞鲜果品质评价核心指标筛选[J]. 北方园艺, 2019(7): 132-139.
HUANG Ting, ZAO Shaoying, QIN Ken, et al. Quality evaluation of fresh fruit of *Lycium barbarum* based on principal component analysis[J]. Northern Horticulture, 2019(7): 132-139.
 - [8] KAFKALETOU M, CHRISTOPOULOS M V, TSANTILI E. Short-term treatments with high CO₂ and low O₂ concentrations on quality of fresh goji berries (*Lycium barbarum* L.) during cold storage[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2017, 97(15): 5194-5201.
 - [9] 糟绍英, 黄婷, 秦垦, 等. 不同品种(系)枸杞鲜果耐储性研究[J]. 宁夏农林科技, 2018, 59(6): 2, 17-18, 21.
ZAO Shaoying, HUANG Ting, QIN Ken, et al. Study on storability of different wolfberry fresh fruit strains[J]. Ningxia Journal of Agriculture and Forestry Science and Technology, 2018, 59(6): 2, 17-18, 21.
 - [10] 黄婷, 刘俭, 秦垦, 等. 鲜食枸杞的品质要求研究[J]. 宁夏农林科技, 2013, 54(12): 151-154.
HUANG Ting, LIU Jian, QIN Ken, et al. Study on quality requirements for fresh wolfberry[J]. Ningxia Journal of Agriculture and Forestry Science and Technology, 2013, 54(12): 151-154.
 - [11] 李润丰, 赵希艳, 高亚弟. 2, 6-二氯酚反滴定法测定红色果蔬中还原型V_d[J]. 营养学报, 2012, 34(5): 507-509.
LI Runfeng, ZHAO Xiyan, GAO Yadi. Determination of ascorbic acid content of fruits and vegetables with red color by 2, 6-dichlorophenolindophenol converse titration method[J]. Acta Nutrimenta Sinica, 2012, 34(5): 507-509.
 - [12] BIANCHI T, GUERRERO L, GRATACÓS-CUBARSÍ M, et al. Textural properties of different melon (*Cucumis melo* L.) fruit types: Sensory and physical-chemical evaluation[J]. Scientia Horticulturae, 2016, 201: 46-56.
 - [13] SHIU J W, SLAUGHTER D C, BOYDEN L E, et al. Effect of the shear-to-compressive force ratio in puncture tests quantifying watermelon mechanical properties[J]. Journal of Food Engineering, 2015, 150: 125-131.
 - [14] 宋方圆, 李冀新, 邓小蓉, 等. 不同贮藏温度下不同充气包装处理对鲜食枸杞贮藏品质的影响[J]. 食品工业科技, 2018, 39(21): 270-274, 279.
SONG Fangyuan, LI Jixin, DENG Xiaorong, et al. Effects of different inflatable packaging on storage quality of fresh *Lycium barbarum* under different storage temperatures[J]. Science and Technology of Food Industry, 2018, 39(21): 270-274, 279.
 - [15] 陈多多, 孔慧, 彭进明, 等. 基于电子舌技术的柿单宁制品涩味

- 评价模型建立[J]. 食品科学, 2016, 37(23): 89-94.
- CHEN Duoduo, KONG Hui, PENG Jinming, et al. Development of a model for astringency estimation of persimmon tannin products based on electronic tongue[J]. Food Science, 2016, 37(23): 89-94.
- [16] 胡晓峰, 林敏, 刘辉军, 等. 应用近红外漫反射光谱法的猕猴桃品质无损检测[J]. 理化检验-化学分册, 2018, 54(1): 8-12.
- HU Xiaofeng, LIN Min, LIU Huijun, et al. Non-destructive qualification of kiwi-fruit by near infrared diffuse reflection spectrometry[J]. Physical Testing and Chemical Analysis (Part B: Chemical Analysis), 2018, 54(1): 8-12.
- [17] LÁZARO A, DE LORENZO C. Texture analysis in melon landraces through instrumental and sensory methods[J]. International Journal of Food Properties, 2015, 18(7): 1575-1583.
- [18] MARTINS G F, FABI J P, MERCADANTE A Z, et al. The ripening influence of two *Papaya* cultivars on carotenoid biosynthesis and radical scavenging capacity[J]. Food Research International, 2016, 81: 197-202.
- [19] 卢新坤, 林旗华, 陆修闽, 等. 不同蜜柚果肉颜色类胡萝卜素成分及含量比较[J]. 福建农业学报, 2012, 27(7): 723-727.
- LU Xinkun, LIN Qihua, LU Xiumin, et al. Comparison on carotenoid compositions and contents in different sweet pomelos[J]. Fujian Journal of Agricultural Sciences, 2012, 27(7): 723-727.
- [20] 肖佳, 高昊, 周正群, 等. 枸杞属中枸杞红素类成分研究进展[J]. 科学通报, 2017, 62(16): 1691-1698.
- XIAO Jia, GAO Hao, ZHOU Zhengqun, et al. Recent progress in the study of *Zeaxanthin dipalmitate*[J]. Chinese Science Bulletin, 2017, 62(16): 1691-1698.
- [21] 米佳, 禄璐, 戴国礼, 等. 枸杞色泽与其类胡萝卜素含量和组成的相关性[J]. 食品科学, 2018, 39(5): 81-86.
- MI Jia, LU Lu, DAI Guoli, et al. Correlations between skin color and carotenoid contents in wolfberry[J]. Food Science, 2018, 39(5): 81-86.
- [22] 程杰山, 沈火林, 孙秀波, 等. 不同硬度辣椒品系果实成熟过程中与硬度相关生理生化指标的变化[C]//中国园艺学会十届二次理事会暨学术研讨会论文集. 南京: 中国园艺学会, 2007: 198.
- CHENG Jieshan, SHEN Huolin, SUN xiubo, et al. Changes of physiological and biochemical indexes related to firmness during fruit ripening of pepper strains with different firmness[C]//Proceedings of the Second Council and Symposium of the 10th Chinese horticultural society. Nanjing: Chinese Horticultural Society, 2007: 198.
- [23] 汤红, 李娜, 曾教科, 等. 植物激素调控果实色泽形成的分子机制研究进展[J]. 分子植物育种, 2019, 17(8): 2705-2711.
- TANG Hong, LI Na, ZENG Jiaoke, et al. Advances in molecular mechanisms of phytohormone in regulating formation of fruit colour[J]. Molecular Plant Breeding, 2019, 17(8): 2705-2711.
- [24] 刘新, 韩丽华, 张西贝, 等. 模糊数学感官评价法优化麻辣老卤汁的配方研究[J]. 食品科技, 2020, 45(6): 333-336.
- LIU Xin, HAN Lihua, ZHANG Xibei, et al. Optimizing the formula for spicy marinade with fuzzy mathematical sensory evaluation[J]. Food Science and Technology, 2020, 45(6): 333-336.
- [25] SMET K A G, LIN Y D, NAGY B V, et al. Cross-cultural variation of memory colors of familiar objects[J]. Optics Express, 2014, 22(26): 32308-32328.
- [26] HIDAKA S, SHIMODA K. Investigation of the effects of color on judgments of sweetness using a taste adaptation method[J]. Multi-sensory Research, 2014, 27(3/4): 189-205.
- [27] 袁海静, 袁汉民, 刘飞, 等. 宁夏野生枸杞(*Lycium barbarum* L.)苦味性状研究[J]. 植物遗传资源学报, 2017, 18(5): 991-1000.
- YUAN Haijing, YUAN Hanmin, LIU Fei, et al. Study on bitter taste character of wild *Lycium barbarum* L. in China[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2017, 18(5): 991-1000.
- [28] 郑丽静, 聂继云, 李明强, 等. 苹果风味评价指标的筛选研究[J]. 中国农业科学, 2015, 48(14): 2796-2805.
- ZHENG Lijing, NIE Jiyun, LI Mingqiang, et al. Study on screening of taste evaluation indexes for apple[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2015, 48(14): 2796-2805.
- [29] SOLOMAKHIN A, BLANKE M M. Can coloured hailnets improve taste (sugar, sugar: acid ratio), consumer appeal (colouration) and nutritional value (anthocyanin, vitamin C) of apple fruit?[J]. LWT - Food Science and Technology, 2010, 43(8): 1277-1284.
- [30] KAUSHIK N, GONDI A R, RANA R, et al. Application of fuzzy logic technique for sensory evaluation of high pressure processed mango pulp and Litchi juice and its comparison to thermal treatment[J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2015, 32: 70-78.

加工编辑:张璐

收稿日期:2020-10-19